

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. September 2001 (20.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/69798 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04B**

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00952

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BLÖCHER,**  
Hans-Ludwig [DE/DE]; Käthe-Kollwitz-Weg 32, 89081  
Ulm (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. März 2001 (13.03.2001)

(81) Bestimmungsstaaten (national): GB, JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

(30) Angaben zur Priorität:  
100 12 080.6 14. März 2000 (14.03.2000) DE

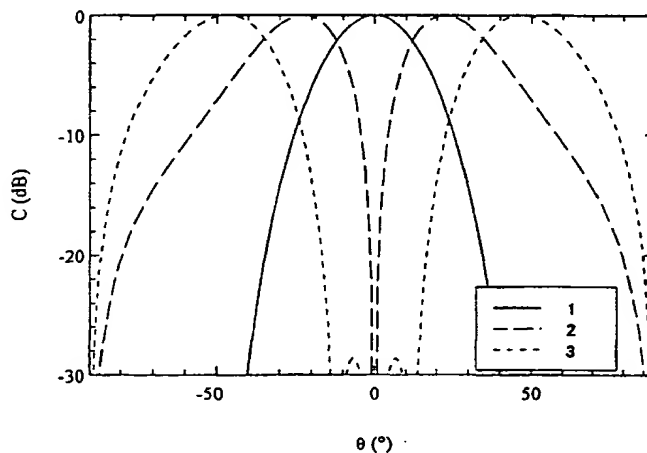
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplstrasse  
225, 70567 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR AN ANTENNA ARRAY WITH SWITCHABLE WIDE-ANGLE COVERAGE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR EIN ANTENNENARRAY MIT SCHALTBARER WEITWINKEL-CHARAKTERISTIK



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement of antenna elements, arranged such that the elements may be individually controlled and some elements of the antenna array operated in phase and some out of phase with each other. Said antenna array can cover a wide angle in a switchable manner in sectors with a main lobe. In order to determine the reception angle of a received signal the antenna array may be operated with an unsymmetrical antenna pattern, or, by means of an additional receiver element, the symmetry of the antenna characteristic may be influenced by means of calculation.

(57) Zusammenfassung: Am auf einfache Weise einen weiten Winkelbereich in Sektoren schaltbar mittels eines Antennenarrays mit breiter Hauptkeule abzudecken, wird eine Anordnung von Antennenelementen so ausgeführt, dass die Elemente einzeln angesteuert werden können, so dass manche Elemente des Antennenarrays gleichphasig und andere gegenphasig zueinander betrieben werden. Um die Einfallsrichtung eines empfangenen Signals zu bestimmen, ist es möglich, das Antennenarray mit unsymmetrischem Antennendiagramm zu betreiben oder aber durch die Ausnutzung eines zusätzlichen Empfangselementes die Antennencharakteristik rechnerisch bezüglich ihrer Symmetrie zu beeinflussen.

WO 01/69798 A2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

BeschreibungVorrichtung und Verfahren für ein Antennenarray mit schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren für ein Antennenarray mit  
5 schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 oder 7.

In der Kfz-Nahbereichssensorik, aber auch in der Mobilkommunikation, erwachsen  
zunehmend Forderungen nach der sektorenweisen Abdeckung großer Winkelbereiche.  
Die derzeit übliche Problemlösung besteht im Einsatz getrennter, die jeweiligen  
Sektoren bedienender Einzelantennen. Soll die Antennencharakteristik schaltbar  
10 und/oder adaptiv einstellbar sein bzw. kommen viele Einzelantennen u. a. aus Platz-  
oder ästhetischen Gründen nicht infrage, müssen Arrayantennen eingesetzt werden. Bei  
großen Hauptkeulenbreiten und großen Schwenkwinkeln ist, aufgrund stark  
ansteigender "Grating-Lobes", der realisierbare Schwenkwinkel stark beschränkt.

Zur Lösung des Problems bietet sich aus dem Stand der Technik die Verwendung von  
15 konforme Arrayantennen an. Solche Antennen befinden sich jedoch teilweise im  
Forschungsstadium oder sind für Einsatz in der Serienproduktion noch zu teuer.

Aus der Druckschrift US 4 044 359 ist Vorrichtung bekannt, welche der Unterdrückung von Störsignalen dient. Hierbei wird durch gezielte Interaktion zweier Antennensysteme Richtungsinformation gewonnen, welche nachfolgend zur verbesserten Unterdrückung von Störsendern ausgenutzt wird.

- 5 Der Schrift von Kuga et al. (Kuga, Nobuhiro et al., Beam-Switched planar array antenna for mobile communications, Electronics and Communications in Japan, Part 1, Vol. 81, No. 3, 1998, pp 57-63) wird eine Antennenanordnung mit großer Winkelabdeckung beschrieben, bei welcher die einzelnen Winkelablagen durch eine geeignete Anordnung von Antennengruppen beschrieben wird, welche schaltbar jeweils zwei sich um 180°  
10 gedrehte Antennencharakteristiken aufweisen. Beispielhaft werden hierbei zwei, im rechten Winkel zueinander angeordnete Antennengruppen aufgezeigt, mittels welchen in vier Abschnitten ein Winkelbereich von 360° abgedeckt wird.

- Die Auslegeschrift DE 27 09 758 B2 zeigt eine kreisförmig angeordnete Strahlergruppe zur Azimutrichtungsfindung. Dabei werden stets mehrere, auf einem Kreissektor  
15 liegende Antennen zu einer Strahleruntergruppe zusammengefaßt und über ein Leitungsmatrix-Netzwerk erregt. Diese einzelnen Strahleruntergruppen werden im Sinne einer Monopuls-Antenne, welche ein Summendiagramm und ein einziges Differenzdiagramm verfügt, betrieben. Die hohe Winkelauflösung der Antennenanordnung wird hierbei durch geeignete Anordnung (hier kreisförmig, zur  
20 Winkelabdeckung von 360°) der einzelnen Strahleruntergruppen und durch den Vergleich der jeweiligen Empfangssignale miteinander, erreicht.

- In der Literatur zeigt Skolnik (Skolnik, M., Radar Handbook, 2nd ed., McGraw-Hill Inc., New York) zeigt unterschiedlichste Antennenarrays auf, welche zum Betrieb als Monopuls-Antenne geeignet sind (hier besonders: p. 6.24, Tabelle 6.1). Es wird hierbei  
25 jedoch gemäß Fig. 6.19 (p.6.23) davon ausgegangen, dass die Antennenarrays eine Summen und eine einzige Differenzcharakteristik verfügen. Besonderes Augenmerk wird auf das bezüglich der Richtwirkung der Antennencharakteristik bestehende Problem gelenkt, welches darin begründet liegt, dass bei der Dimensionierung der Antenne ein Kompromiß zwischen der Effizienz der Summencharakteristik der Antenne und der  
30 Differenzcharakteristik der Antenne gefunden werden muß.

Der Konferenzbeitrag von Hannan (Hannan, P., Loth, P., A Monopulse Antenna Having independent optimization for the sum and difference modes, IRE Int. Conv. Rec., pt.1, March 1961) befaßt sich mit dem Problem der Findung eines optimalen Kompromisses in Bezug auf die Effizienz von Summen- und Differenzcharakteristik des

Antennendiagramms. Hierzu wird ein Antennenarray beschrieben, welches aus Einzelantennen besteht, die durch die Kopplung mit einem aus Hybriden bestehenden Netzwerk über eine feste Phasenbeziehung miteinander verbunden sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass der Winkelbereich der Strahlungskeulen der Differenzcharakteristik effizient eingengt wird.

Die in der Literatur aufgezeigten Ansteuerungsformen gehen dabei immer davon aus, dass genau zwei Gruppen von Antennenelementen neben einander angeordnet werden und gegenphasig zueinander angeordnet werden.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und eine hierfür geeignete Vorrichtung zu finden, die es erlaubt mit herkömmlichen Hochfrequenz- und Antennenelementen einen großen Winkelbereich sektorenweise abzudecken.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der kennzeichnenden Teile der Ansprüche 1 oder 7 gelöst. Dabei werden Antennenelemente betrieben, wobei die einzelnen Elemente individuell ansprechbar sind und entweder gleichphasig oder gegenphasig in bezug zueinander angesteuert werden können.

Ausgehend von einer gleichabständigen Anordnung von 4 Antennenelementen soll die Erfindung nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigt

**Figur 1** die simulierten Antennendiagramme in Abhängigkeit unterschiedlicher Ansteuerung der Antennenelemente,

**Figur 2** ein Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

**Figur 3** ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Selbstredend ist die Erfindung nicht auf die Anordnung und Ansteuerung von genau 4 Antennenelementen beschränkt, sondern kann bedarfsgerecht auf eine andere Zahl von Elementen ausgeweitet werden.

Bei den nachfolgend diskutierten Ausführungsbeispielen wird von einer gleichabständigen Anordnung von 4 Antennenelementen ausgegangen. Um die gleichphasige bzw. gegenphasige Ansteuerung der Elemente darzustellen, werden nachfolgend die Symbole '+' und '-' verwandt, dabei werden die Elemente denen das

selbe Symbol zugeordnet wurde gleichphasig zueinander und gleichzeitig um  $180^\circ$  phasenverschoben gegenphasig zu den anderen Antennenelementen betrieben.

**Figur 1** zeigt die Antennendiagramme bezüglich drei unterschiedlicher Ansteuerungen der Antennenelemente. Dabei handelt es sich um eine Anordnung von  
5 Mikrostreifenleitungen die in 4 Zeilen angebracht und mit dem 0.54-fachen der Wellenlänge der Betriebsfrequenz beabstandet sind. Durch konstruktive Maßnahmen wurden die Nebenzipfel der Antennenanordnung um 8dB unterdrückt (Tapering: Cos on Pedestal).

Für den Fall der gleichphasigen Ansteuerung aller Elemente (+ + + +) wird ein  
10 Antennendiagramm mit einer Broadside-Hauptkeule 1 erzeugt. Ein anderes Antennendiagramm 2 wird durch eine wechselnde gleich-/gegenphasige Ansteuerung der Elemente (+ + - -) erzeugt. Dieses Diagramm 2 weist zwei gleiche Hauptkeulen, welche um  $\pm 30^\circ$  von der Hauptstrahlrichtung der Broadside-Hauptkeule 1 abgelenkt sind. Durch alternierende gleich-/gegenphasige Ansteuerung der Elemente (+ - + - )  
15 wird ein Diagramm 3 mit zwei gleichen Hauptkeulen welche um  $\pm 60^\circ$  von der Hauptstrahlrichtung der Broadside-Hauptkeule 1 abgelenkt sind erzeugt.

Aus dieser Variabilität der Ausrichtung der Antennenhauptkeulen resultiert eine Abdeckung eines Winkelbereichs von ca.  $-70^\circ$  bis  $+70^\circ$  in einer Raumebene, bei der Verwendung von Antennenelementen mit Hauptkeulenbreiten (broadside) von ca.  $30^\circ$ .  
20 Der gesamte Winkelbereich läßt sich dabei in 5 schaltbare Sektoren unterteilen. In vorteilhafterweise läßt sich dieses Verhalten mittels der Anordnung eines planaren Arrays, welches aus 4 Antennenelementen besteht, welche in einer Reihe im Abstand von  $0.54\lambda$  ( $\lambda$  = Wellenlänge der ausgesandten Welle) zueinander angeordnet sind, realisieren. Die Antennenelemente können dabei Einzelstrahler oder auch  
25 Antennenzeilen sein.

**Figur 2** zeigt Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Vorrichtung besteht aus einem 3dB-Hybrid-Viertor 4, zwei Leistungsteiler-Dreitoren 5, einem Umschalter 6 zur wechselweisen Verbindung der Ein- und Ausgänge der Antennenelemente 8 und 9, den Antennenelementen (Einzelstrahler oder Zeilen)  
30 7 bis 10, sowie den Verbindungsleitungen zwischen den Komponenten. Die effektiven Leitungslängen zwischen den Antennenelementen 7 bis 10 und den Eingängen der Leistungsteiler-Dreitoren 5 sind gleich lang, um den Einfluß des Umschalters 6 zu berücksichtigen. Durch die Verbindung der Leistungsteiler-Dreitoren 5 Die Eingänge des 3dB-Hybrid-Viertor 4 sind mit den Leistungsteiler-Dreitoren 5 ohne und mit einer  $\lambda/4$ -

Umwegleitung verbunden. Dadurch können an den Ausgängen des 3dB-Hybrid-Viertor 4 Summe und Differenz der Eingangssignale abgegriffen werden. Dies entspricht einer Phasen-Monopuls-Schaltung.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für den Sende- als auch für den Empfangsbetrieb benutzt werden. Die gleichphasige Ansteuerung (+ + + +) der Antennenelemente 7 bis 10 ist dabei unabhängig von der Stellung des Umschalters. Die Kommunikation zwischen Sende-/Empfangs-Elektronik und den Antennenelementen 7 bis 10 finden in diesem Fall über die Summenkanal 11 statt. Die gleich-/gegenphasigen Ansteuerungen (+ + - - bzw. + - + -) der Antennenelemente 7 bis 10 wird hingegen durch den Umschalter 6 gesteuert. Die Kommunikation zwischen Sende-/Empfangs-Elektronik und den Antennenelementen 7 bis 10 findet für beide Fälle der gleich-/gegenphasigen Ansteuerung über den Differenzkanal 12 statt. Dabei entspricht die Stellung des Umschalters 6 in Position A in einem Ansteuerungsmuster (+ + - -), welches in dem in **Figur 1** dargestellten Antennendiagramm 2 resultiert. Die Stellung des Umschalters 6 in Position B ergibt in folge das Ansteuerungsmuster (+ - + -), welches Antennendiagramm 3 ergibt.

Eine Möglichkeit einer vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird in **Figur 3** offenbart. Die hier gezeigte Ausführung entspricht im Wesentlichen dem in **Figur 2** dargestellten Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung, mit dem Unterschied, daß hier der Zweifach-Umschalter 6 durch 2 3dB-Hybride 13 und 14, zweier synchron betriebenen Schalter 15 und zweier Leitungsabschnitte 16 und 17 realisiert wurden. Die beiden Leitungsabschnitte 16 und 17 differieren in ihrer Länge dabei dergestalt, daß die Längendifferenz einem ungeradzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge der die Vorrichtung durchlaufenden Welle entspricht. Die beiden 3dB-Hybride 13 und 14 sind dabei in Reihe geschaltet, wobei ein Ausgang von 13 direkt mit einem Eingang von 14 gekoppelt ist, während die Ankopplung des anderen Ausgangs von 13 über die Schalter 15 und einen der beiden Leitungsabschnitte 16 oder 17 erfolgt.

Entsprechend dem in **Figur 2** dargestellten Beispiels, entspricht die Stellung des Umschalters 6 in Position A in einem Ansteuerungsmuster (+ + - -), welches in dem in **Figur 1** dargestellten Antennendiagramm 2 resultiert. Die Stellung des Umschalters 6 in Position B, was in einem gegenüber Schalterstellung A um  $\lambda/2$  längeren Leitungsweg resultiert (180° Phasenshift), ergibt in folge das Ansteuerungsmuster (+ - + -), welches Antennendiagramm 3 ergibt. Der Umschalter 6 kann als einfacher Doppelschalter

gemäß **Figur 3** ausgeführt werden, welcher es erlaubt, zwischen einer Leitung der Länge  $L$  und einer Leitung der Länge  $L + \lambda/2$  umzuschalten (wobei  $\lambda$  der Hälfte der Betriebsfrequenz der Antennenanordnung entspricht). Andererseits ist es auch denkbar den Umschalter **6** mittels geschalteten eines 3db-Hybriden zu realisieren.

5

Beim Betrieb einer Sende-/Empfangs-Anlage ist im allgemeinen die Bestimmung der Einfallsrichtung einer einfallenden Welle von Interesse, d. h. es ist festzustellen, in welche der Hauptkeulen der Antennenanordnung die Welle einfällt. Dies ist vor allem dann schwierig festzustellen, wenn wie bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung die  
10 einzelnen Hauptkeulen der Antennenanordnung gleich ausgebildet sind. Um die Einfallsrichtung zu bestimmen, wäre es beispielsweise möglich, gemäß dem Phasen-Monopulsverfahren den Phasenwinkel des Ausgangs des Differenzkanal zu messen.

In vorteilhafterweise läßt sich aber auch die Möglichkeit der individuellen Ansteuerung der erfindungsgemäßen Anordnung dahingehend ausnutzen, daß das  
15 Antennendiagramm durch eine unsymmetrische Ansteuerung, (beispielsweise: (+ + + -)) der Antennenelemente 7 bis 10 deformiert wird. Die Einfallsrichtung der empfangenen Welle kann dann durch einen Vergleich der Änderung des empfangenen Signals am Ausgang des Differenzkanals mit dem Signal, welches mittels des undeformierten Antennendiagramms empfangen wurde, bestimmt werden. Zur Erzeugung der  
20 unsymmetrische Ansteuerung, (beispielsweise: (+ + + -)), kann in vorteilhafterweise in die Zuleitung zu Antennenelement 9 eine zuschaltbare  $180^\circ$  Umwegeleitung eingebracht werden. Wird sodann diese Umwegeleitung zusammen mit der Ansteuerung gemäß Schalterstellung **A** angewandt, so ergibt sich das unsymmetrische Antennendiagramm.

25 Es ist andererseits jedoch auch denkbar, die erfindungsgemäße Vorrichtung dahingehend zu erweitern, daß ein einzelnes Antennenelement neben dem Antennenarray in geeignetem Abstand so angebracht wird, daß im rechnerischen Gesamtdiagramm der Antennenanordnung eine der zwei Hauptkeulen ganz oder teilweise unterdrückt wird. Aus einem Vergleich der Ausgangssignale der Vorrichtung  
30 ohne Berücksichtigung des zusätzlichen Antennenelements mit dem rechnerischen Ausgangssignals der Gesamtanordnung, läßt dann folgerichtig auf die Einfallsrichtung des Empfangssignals schließen.



Patentansprüche

1. Antennenarray aus Einzelantennen zur Erhöhung der Richtungsauflösung und Winkelabdeckung, im Sinne einer Monopuls-Antenne, deren gemeinsame Antennencharakteristik über ein Summendiagramm und ein Differenzdiagramm verfügt, wobei die Einzelantennen über ein Netzwerk von Phasenschiebern oder Hybriden
- 5 miteinander verbunden sind,
- und wobei das Antennenarray über einen Summeneingang zur Erregung der Einzelantennen verfügt, so dass die Antennencharakteristik ein Summendiagramm aufweist,
- und wobei das Antennenarray über einen Differenzeingang zur Erregung der
- 10 Einzelantennen verfügt, so dass die Antennencharakteristik ein Differenzdiagramm aufweist,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass wenigstens einer der Phasenschieber oder Hybride des Netzwerkes schaltbar ist,

so dass die Antennencharakteristik durch die resultierende Änderung des Phasenverlaufs bei der Ansteuerung der Einzelantennen weitere Differenzdiagramme aufweist.

- 5 2. Antennenarray nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzwerk, mittels welchem die Einzelantennen miteinander verbunden sind aus einem 3dB-Hybrid-Viertor 4, zwei Leistungsteiler-Dreitoren 5, einem Umschalter 6 zur wechselweisen Verbindung der Ein- und Ausgänge der Antennenelemente 8 und 9, den Antennenelementen 7 bis 10, sowie den Verbindungsleitungen zwischen den
- 10 Komponenten besteht,

wobei die Leitungslängen zwischen den Antennenelementen 7 bis 10 und den Eingängen der Leistungsteiler-Dreitoren 5 gleich lang sind, um den Einfluß des Umschalters 6 zu berücksichtigen,

- und wobei die Eingänge des 3dB-Hybrid-Viertors 4 mit den Leistungsteiler-Dreitoren 5
- 15 ohne und mit einer  $\lambda/4$ -Umwegleitung verbunden sind.

3. Antennenarray nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zweifach-Umschalter 6 durch 2 3dB-Hybride 13 und 14, zweier synchron betriebenen Schalter 15 und zweier Leitungsabschnitte 16 und 17 realisiert wird,

- wobei die beiden Leitungsabschnitte 16 und 17 in ihrer Länge dabei dergestalt
- 20 differieren, daß die Längendifferenz einem ungeradzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge der die Vorrichtung durchlaufenden Welle entspricht,

- und wobei die beiden 3dB-Hybride 13 und 14 in Reihe geschaltet sind, so dass ein Ausgang von 13 direkt mit einem Eingang von 14 gekoppelt ist, während die Ankopplung des anderen Ausgangs von 13 über die Schalter 15 und einen der beiden
- 25 Leitungsabschnitte 16 oder 17 erfolgt.

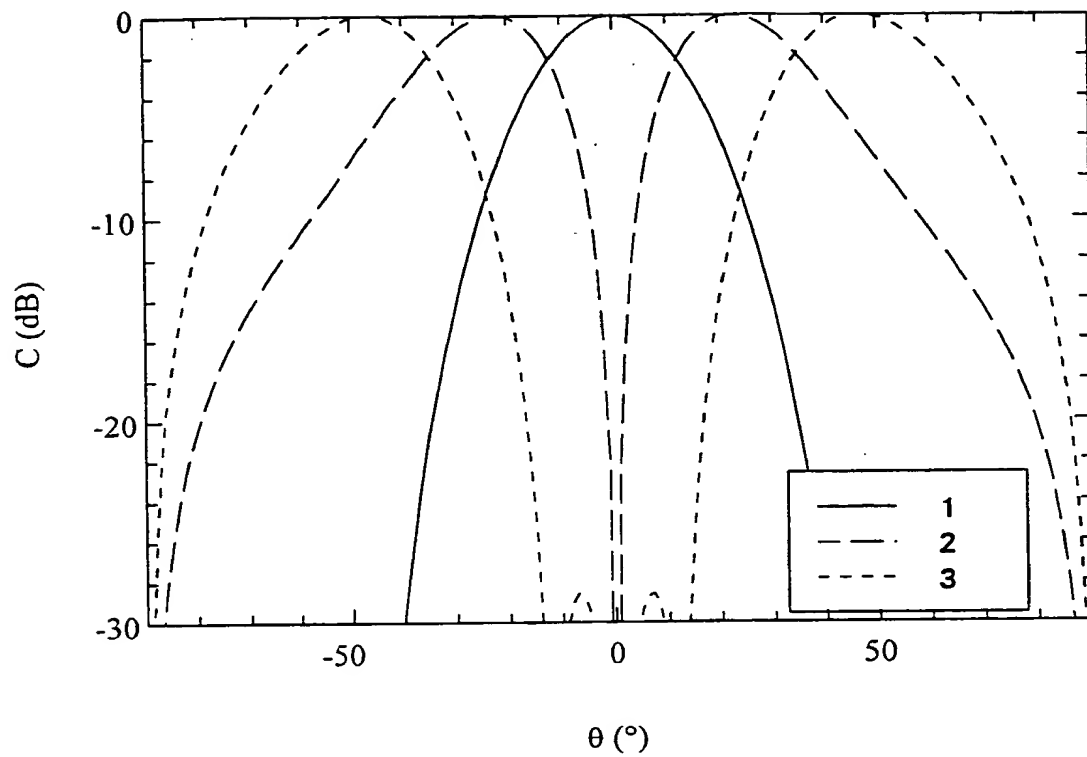
4. Antennenarray nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Umschalter 6 kann als einfacher Doppelschalter ausgeführt wird, welcher es erlaubt, zwischen einer Leitung der Länge L und einer Leitung der Länge  $L + \lambda/2$  umzuschalten.

5. Antennenarray nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Umschalter 6
- 30 mittels geschalteten eines 3dB-Hybriden realisiert wird.

6. Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhöhung der Richtungsauflösung, insbesondere zur Beseitigung von Mehrdeutigkeiten bei der Richtungsbestimmung, das Antennenarray um ein zusätzliches separates Antennenelement ergänzt wird,
- 5 und dass dieses Antennenelement in geeignetem Abstand so angebracht wird, daß im rechnerischen Gesamtdiagramm der Antennenanordnung eine der zwei Hauptkeulen ganz oder teilweise unterdrückt wird.
7. Verfahren zum Betrieb eines Antennenarrays aus Einzelantennen zur Erhöhung der
- 10 Richtungsauflösung und Winkelabdeckung, im Sinne einer Monopuls-Antenne, deren gemeinsame Antennencharakteristik über ein Summendiagramm und ein Differenzdiagramm verfügt,
- bei welchem die Einzelantennen über ein Netzwerk von Phasenschiebern oder Hybriden miteinander verbunden sind,
- 15 und bei welchem die Antennencharakteristik des Antennenarrays bei Erregung über einen Summeneingang ein Summendiagramm aufweist,
- und bei welchem die Antennencharakteristik des Antennenarrays bei Erregung über einen Differenzeingang ein Differenzdiagramm aufweist,
- dadurch gekennzeichnet,
- 20 dass wenigstens einer der Phasenschieber oder Hybride des Netzwerkes geschaltet wird,
- so dass die Antennencharakteristik durch die resultierende Änderung des Phasenverlaufs bei der Ansteuerung der Einzelantennen weitere Differenzdiagramme aufweist.
- 25
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallrichtung eines empfangen Signals die Phasendifferenz zwischen Differenz- und Summenkanal gemäß dem Monopuls-Verfahren ausgewertet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der
- 30 Einfallrichtung eines empfangen Signals die Antennenelemente unsymmetrisch

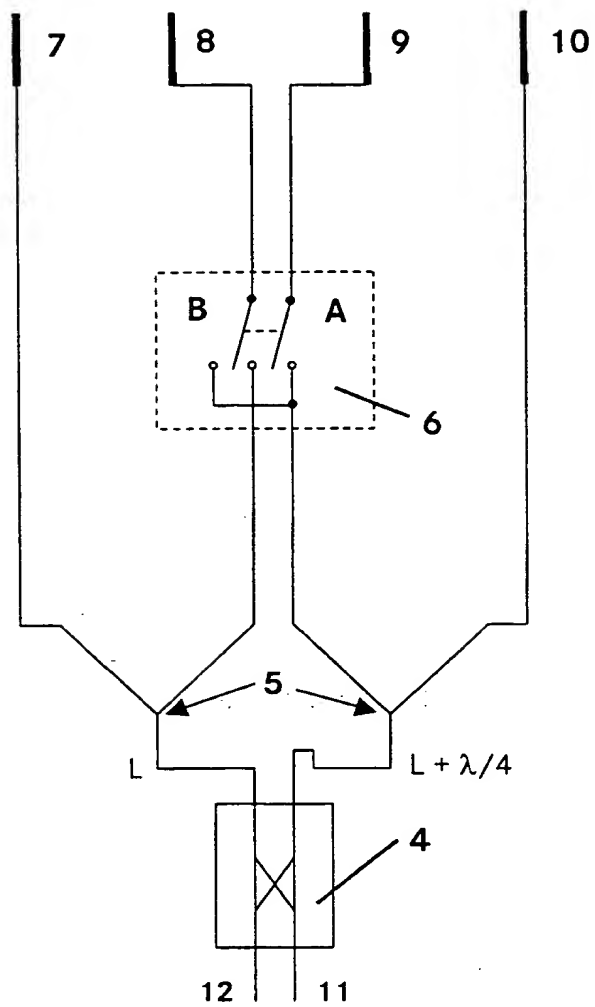
angesteuert werden, so daß das Antennendiagramm deformiert wird, und das so empfangene Signal am Differenzkanal mit dem Signal verglichen wird, wie es am Summenkanal oder am Differenzkanal bei symmetrischen Antennendiagramm abgegriffen werden kann.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallsrichtung eines empfangen Signals zusätzlich das Signal eines Antennenelementes herangezogen wird, welches im rechnerischen Gesamtdiagramm der Antennenanordnung eine der zwei Hauptkeulen ganz oder teilweise unterdrückt.



Figur 1

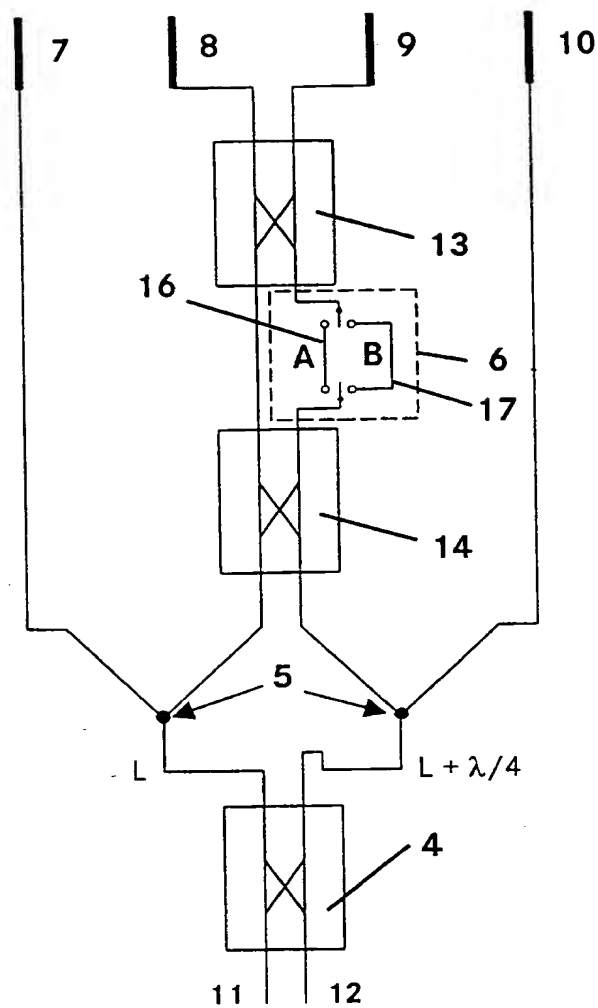
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Figur 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





Figur 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

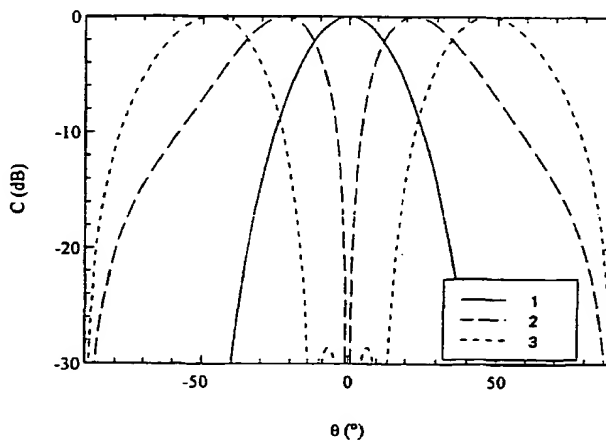
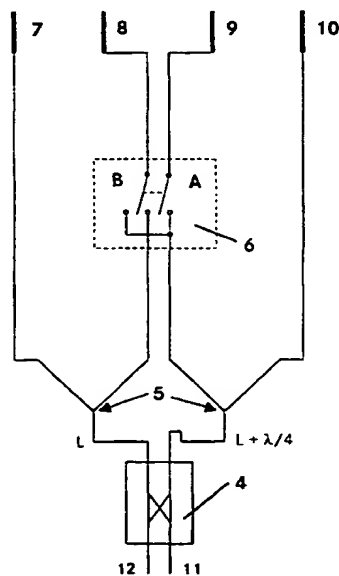
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. September 2001 (20.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/69798 A3**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01Q 25/02**,  
3/24
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/00952**
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
13. März 2001 (13.03.2001)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 12 080.6 14. März 2000 (14.03.2000) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse  
225, 70567 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BLÖCHER**,  
Hans-Ludwig [DE/DE]; Käthe-Kollwitz-Weg 32, 89081  
Ulm (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **GB, JP, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen
- (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: **25. April 2002**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **DEVICE AND METHOD FOR AN ANTENNA ARRAY WITH SWITCHABLE WIDE-ANGLE COVERAGE**(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN FÜR EIN ANTENNENARRAY MIT SCHALTBARER WEITWINKEL-CHARAKTERISTIK**

(57) Abstract: The invention relates to an arrangement of antenna elements, arranged such that the elements may be individually controlled and some elements of the antenna array operated in phase and some out of phase with each other. Said antenna array can cover a wide angle in a switchable manner in sectors with a main lobe. In order to determine the reception angle of a received signal the antenna array may be operated with an unsymmetrical antenna pattern, or, by means of an additional receiver element, the symmetry of the antenna characteristic may be influenced by means of calculation.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Am auf einfache Weise einen weiten Winkelbereich in Sektoren schaltbar mittels eines Antennenarrays mit breiter Hauptkeule abzudecken, wird eine Anordnung von Antennenelementen so ausgeführt, dass die Elemente einzeln angesteuert werden können, so dass manche Elemente des Antennenarrays gleichphasig und andere gegenphasig zueinander betrieben werden. Um die Einfallsrichtung eines empfangenen Signals zu bestimmen, ist es möglich, das Antennenarray mit unsymmetrischem Antennendiagramm zu betreiben oder aber durch die Ausnutzung eines zusätzlichen Empfangselementes die Antennencharakteristik rechnerisch bezüglich ihrer Symmetrie zu beeinflussen.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In. ational Application No

PCT/DE 01/00952

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01Q25/02 H01Q3/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 943 011 A (NGUYEN HENRY H ET AL) 24 August 1999 (1999-08-24) column 6, line 39 - line 67 column 7, line 1 - line 20; figure 4 ---	1,6-10
A	US 4 028 624 A (SAINT-LOT ARMAND) 7 June 1977 (1977-06-07) column 3, line 1 - line 66; figure 1 ---	1-5,7
A	FR 2 781 087 A (DASSAULT ELECTRONIQUE) 14 January 2000 (2000-01-14) claim 1; figure 4 ---	6,10
A	MERRILL I. SKOLNIK: "RADAR HANDBOOK" 1990, MCGRAW-HILL, INC., NEW YORK XP002188709 page 18.11, line 3 - line 15; figure 18.9 --- -/--	8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 January 2002

Date of mailing of the international search report

25/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moumen, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00952

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 3 176 297 A (FORSBERG KENNETH E)  30 March 1965 (1965-03-30)  the whole document</p> <p>-----</p>	1,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00952

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5943011	A	24-08-1999	NONE	
US 4028624	A	07-06-1977	FR 2304190 A1 GB 1495492 A IL 49090 A NL 7602551 A	08-10-1976 21-12-1977 30-12-1977 14-09-1976
FR 2781087	A	14-01-2000	FR 2781087 A1 AU 4625699 A EP 1095424 A1 WO 0003455 A1	14-01-2000 01-02-2000 02-05-2001 20-01-2000
US 3176297	A	30-03-1965	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>P112243</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 01/ 00952</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>13/03/2001</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>14/03/2000</b>
Anmelder  <b>DAIMLERCHRYSLER AG</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld I).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1&2



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00952

**A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01Q25/02 H01Q3/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 943 011 A (NGUYEN HENRY H ET AL) 24. August 1999 (1999-08-24) Spalte 6, Zeile 39 - Zeile 67 Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 20; Abbildung 4	1,6-10
A	US 4 028 624 A (SAINT-LOT ARMAND) 7. Juni 1977 (1977-06-07) Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 66; Abbildung 1	1-5,7
A	FR 2 781 087 A (DASSAULT ELECTRONIQUE) 14. Januar 2000 (2000-01-14) Anspruch 1; Abbildung 4	6,10
A	MERRILL I. SKOLNIK: "RADAR HANDBOOK" 1990, MCGRAW-HILL, INC., NEW YORK XP002188709 Seite 18.11, Zeile 3 - Zeile 15; Abbildung 18.9	8

---  
-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Januar 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moumen, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 176 297 A (FORSBERG KENNETH E) 30. März 1965 (1965-03-30) das ganze Dokument -----	1,7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00952

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5943011	A	24-08-1999	KEINE		
US 4028624	A	07-06-1977	FR	2304190 A1	08-10-1976
			GB	1495492 A	21-12-1977
			IL	49090 A	30-12-1977
			NL	7602551 A	14-09-1976
FR 2781087	A	14-01-2000	FR	2781087 A1	14-01-2000
			AU	4625699 A	01-02-2000
			EP	1095424 A1	02-05-2001
			WO	0003455 A1	20-01-2000
US 3176297	A	30-03-1965	KEINE		

**RECEIVED**  
MAY 17 2002  
**GROUP 3600**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**